

## POSUDEK OPONENTA

Jméno, tituly a pracoviště oponenta: **Ing. Jindřich Boháč, Ústav techniky prostředí, FS ČVUT**

Název práce: **Studie vytápění rodinného domu**

Typ práce: **Bakalářská**

Jméno a titul uchazeče: **Ladislav Hemer**

<b>Náročnost tématu:</b>	<input type="checkbox"/> příliš vysoká <input type="checkbox"/> vysoká <input checked="" type="checkbox"/> průměrná	<b>Zvolené metody řešení</b>	<input checked="" type="checkbox"/> vhodné <input type="checkbox"/> částečně vhodné <input type="checkbox"/> nevhodné
<b>Postup řešení:</b>	<input type="checkbox"/> správný <input checked="" type="checkbox"/> částečně vhodný <input type="checkbox"/> nesprávný	<b>Veškeré použité prameny jsou korektně citovány</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> částečně <input type="checkbox"/> <b>ne, práce vykazuje známky plagiátorství</b>
<b>Jazyková a textová úprava:</b>	<input type="checkbox"/> výborná <input checked="" type="checkbox"/> dobrá <input type="checkbox"/> dostatečná <input type="checkbox"/> nedostatečná	<b>Grafická úprava:</b>	<input type="checkbox"/> výborná <input checked="" type="checkbox"/> dobrá <input type="checkbox"/> dostatečná <input type="checkbox"/> nedostatečná
<b>Uchazeč splnil zadání práce:</b>	<input type="checkbox"/> úplně <input checked="" type="checkbox"/> s drobnými výhradami <input type="checkbox"/> částečně <input type="checkbox"/> nesplnil	<b>Odborná úroveň:</b>	<input type="checkbox"/> výborná <input type="checkbox"/> dobrá <input checked="" type="checkbox"/> dostatečná <input type="checkbox"/> nedostatečná

### Dosažené výsledky, přínos a praktická využitelnost práce\*:

Student se v práci členěné do 9 základních kapitol věnoval návrhu a zlepšení tepelně technických parametrů stavby, u které bylo třeba zachovat historický ráz. Na základě výpočtu tepelných ztrát student navrhl kombinovaný systém vytápění OT + podlahové vytápění se zdrojem tepla na dřevní hmotu s akumulací nádobou. Závěrem byly stanoveny investiční a provozní náklady denostupňovou metodou. Přestože v práci byly nalezeny nepřesnosti a chyby, lze uvedené postup využít jako jednoduchý bodový návod pro podobné projekty.

Práce má slušnou grafickou a textovou úpravu, bez významného počtu chyb a překlepů.

### Připomínky k práci\*:

Zadání práce je splněno, nikoliv však bezchybně a mám následující zásadní výhrady.

Co se týče formálního zápisu veličin – výkon je tepelný tok, čili nad značkou veličiny musí být tečka. Pro popis jedné téže veličiny (např. teploty) je použito více značení („t“ i „théta“) – je třeba sjednotit.

Student uvádí, že TZ jsou stanoveny dle ČSN EN 12831, ale ta byla 1.10.2018 zrušena a nahrazena 12831-1. Postup odpovídá 12831-1, ale značení veličin odpovídá staré verzi normy (např.  $H_r$  není součinitel ale měrná tepelná ztráta...). V tab.1  $t_{es}$  není střední ale průměrná teplota za ot.období – to není totéž! Rovnice 1 i následný vzorový výpočet uvádí chybně tepelný odpor při přestupu tepla – má být  $1/\alpha$ !

U tabulky 3 mohlo být pro zajímavost uvedeno porovnání s požadovanými hodnotami  $U_{pož}$ . U tabulky 4 a 5 by měl být uveden zdroj.

Je na zvážení, zda pro historický objekt, který nemůže být zateplen, není vhodné pro výpočet zavést delta  $U_{tb} = 0,15$  – tj. konstrukce s výraznými tep.mosty.

V prostřední části tabulky 6 pro místnost 1.17 uvádíte výpočet TZ do vedlejších prostor, ale zadaná teplota sousedního prostoru je zadána jako  $-15^\circ\text{C}$ ! Vedle je ale  $+15^\circ\text{C}$  – jednoznačná chyba, která ovlivňuje celý výpočet. Naopak sousední místnost je i koupelna s  $+24^\circ\text{C}$  a nikde není uveden kladný tepelný tok, přestože u jiných místností tomu tak je. Celkové TZ tak zřejmě klesnou pod 40 kW.

U grafu 1 není uvedeno za jaké čas.období jsou uváděny provozní náklady. Výpočet množství spalovacího vzduchu není správně – uvedený výpočet je pro plynové spotřebiče a ne pro kotle na tuhá paliva. Konstanta 1,1 vyplývá z podílu spalného tepla plynu a teor.objemového množství vzduchu k obj.množství plynu. Dále píšete, že přebytek vzduchu je 2 až 2,2 s tím, že dřevozplyňovací kotle pracují na spodní hranici – proč tedy volíte 2,3?

Na straně 28 píšete o izolaci potrubí, ale jaká bude tloušťka izolace, nebo podle čeho ji stanovíte?

U tabulky 8 nerozumím obsahu – co je  $Q_m$  a  $Q_r$  (není ani v seznamu jednotek)?

---

**Připomínky k práci - pokračování\*:**

---

V příslušných částech práce není nikde uvedeno, s jakým rozdílem teplot soustava pracuje - maximálně pro otopná tělesa 75/65 °C, ale jak pracuje podlahový okruh? Po úvodní rešerši není ve výsledku uvedeno jaká z uvedených metod je použita pro návrh dimenze potrubí sítě.

Co je však zcela nepřijatelné je zásadní nepochopení hydraulického vyvážení okruhu otopných těles, což zároveň není možné zkontrolovat, protože nikde není uvedeno, jak jsou očíslovány jednotlivé úseky a navíc příloha excel na CD neobsahuje výpočtové buňky, ale pouze čísla. Nicméně student tvrdí, že hydraulicky nejvzdálenější těleso je to, které je umístěno přímo u zdroje tepla v místnosti 1.16 a zároveň má ztrátu více než 105 kPa! Z toho usuzuji, že výpočet tl.ztrát a vyvážení otopné soustavy je zcela chybně. Z těch 105 kPa je 83 kPa na úseku dlouhém pouhých 0,34 m a na tomto úseku je součinitel místních ztrát 1400 a já se ptám co tam je? Z výkresu toto patrně není... Je to vyváženo i vzhledem k podlahovému okruhu? Vyvážení okruhu podlahového vytápění opět nelze zkontrolovat.

(pouze) Z výkresu se dá dohledat, že teplotní spád podlahové otopné soustavy je 8 K (40/32 °C), ale v tabulce s výpočtem v práci je například 10 K a i další různé teplotní spády. Tabulka 8 navíc obsahuje zmatečné značení okruhů podlahového vytápění - například okruhy A7 a B4 až B6 na výkresech vůbec nejsou a například chybí i C4 až C7 - není možné s jistotou tvrdit co je správně, protože v tabulce excel přílohy je zas něco jiného (např. zde jsou okruhy A3 ale v textu je to označeno zřejmě jako B3 – za této situace panuje v přehledu délek a ploch a ve vypočtených hodnotách obecně zmatek. Navíc ve výkresech půdorysů není zakresleno propojení okruhů se zdrojem tepla.

Jsou navržena celkem tři oběhová čerpadla - to v primárním okruhu má ovšem nižší průtok, než je průtok potřebný pro zajištění průtoku otopnými tělesy a podlahovou otopnou soustavou (o přibližně 500 l/h) - viz obrázky 11 až 13.

Student se v průběhu práce několikrát zmiňuje o programu Techcon, ve kterém výpočty a návrh prováděl – myslím, že by bylo lepší zvolit pro tuto práci vlastní „ruční“ výpočet. V kapitole 3.4 je naznačen výpočet akumulčního zásobníku - nikde ovšem není výsledek a najednou se z výkresu se dozvídáme, že to je 2000 litrů – i toto by mělo být součástí textu. V kapitole 6.2 je provedena kontrola pojistného ventilu - nicméně pro praxi bychom měli počítat s případem směsi vody s párou. Navíc když je využit kotel na tuhá paliva a když se na výkrese (a pouze tam...) uvádí, že teplota primárního okruhu je 80 °C!

Další zásadní nedostatek – píšete, že teplota v primárním okruhu respektive teplotní spád je 80/75 °C, ale podle výkresů tato voda teče přímo do otopných okruhů – nikde nejsou žádné rozdělovače ani směšovací armatury - jak tedy zajistíte těch uváděných 75/65 °C pro OT a hlavně 40/32 °C pro podlahovou otopnou soustavu?! V práci se o tomto nezmiňujete a tak jak to máte nyní nakresleno prostě nelze zajistit různé teploty vody pro jednotlivé okruhy. Dále výkresy postrádají důkladnější legendu a i zde je zmatek v popisu rozdělovačů a sběračů – jsou zde např. R/S pro 9 okruhů, ale text práce toto uvádí jinak apod. Určité nepřesnosti lze v bakalářské práci akceptovat – ne vše mají studenti zažité, ale bohužel zde je tolik zcela zásadních chyb, že správně navržený projekt by vypadal úplně jinak – od výpočtu tepelných ztrát až po samotnou otopnou soustavu. Bohužel v porovnání s jinými pracemi nemohu jinak než tuto práci hodnotit jako pouze dostatečnou. Doporučuji ji však k obhajobě.

---

**Otázky na uchazeče\*:**

Jak byste správně zajistil příslušnou teplotu vody od zdroje tepla pro okruh vytápění otopnými tělesy a okruh podlahové otopné plochy s různými teplotami, když v primárním okruhu je teplota vyšší?

<b>Klasifikace práce:</b>	<input type="checkbox"/> A výborně	<input type="checkbox"/> B velmi dobře	<input type="checkbox"/> C dobře	<input type="checkbox"/> D uspokojivě	<input checked="" type="checkbox"/> E dostatečně
	<input type="checkbox"/> F nedostatečně				<b>Doporučení k obhajobě:</b> <input checked="" type="checkbox"/> doporučuji <input type="checkbox"/> nedoporučuji

**Datum:** 16. 7. 2019

**Podpis:**

.....  
Ing. Jindřich Boháč

\*) V případě nedostatku místa použijte druhou stranu.